



The effect of female volleyball players' leg volume and mass on balance and reaction time

Bayan voleybolcuların bacak hacim ve kütlesinin denge ve reaksiyon zamanına etkisi

Serkan İbiş¹
Rüçhan İri²
Zait Burak Aktuğ³

Abstract

In this study, it is aimed to investigate the relationship between leg volume - mass and balance – reaction time of the third league female volleyball players. 20 volunteer third league volleyball players, who are still active, are participated in this study. The average age of participant female volleyball players is $23,20 \pm 3,42$ years, average height $176,30 \pm 7,78$ cm, average weight $65,11 \pm 8,22$ kg. Participant female volleyball players' leg volume by Frustum method, leg mass by Hanavan method, static and dynamic balance by Biodex Balance System and visual reaction time by MOART Lafayette Reaction Measuring Device were measured. In analyzing the relation among the measurements, Pearson Product Moment Correlation coefficient was used. As a result of analysis of the obtained data; significant moderate correlation was found between the legs mass and dynamic balance ($r=0.654$, $p<0,05$). It was determined with a highly significant relationship between leg mass and foot volume ($r=0.913$, $p<0,01$) and foot mass ($r=0.917$, $p<0,01$). Also a significant relationship was found between leg volume and foot volume ($r=0.800$, $p<0,01$) and foot mass ($r=0.644$, $p<0,05$).

Consequently; it can be said that there is a highly significant relationship between leg volume-

Özet

Bu çalışmada, üçüncü lig bayan voleybolcuların bacak hacimleri ile denge ve reaksiyon zamanları arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya üçüncü ligde oynayan toplam 20 gönüllü bayan voleybolcu katılmıştır. Çalışmaya katılan bayan voleybolcuların yaş ortalamaları $23,20 \pm 3,42$ yıl, boy ortalamaları $176,30 \pm 7,78$ cm, ağırlık ortalamaları $65,11 \pm 8,22$ kg'dır. Çalışmada katılan bayan voleybolcuların bacak hacmi Frustum yöntemi, bacak kütlesi Hanavan yöntemi, statik-dinamik denge ölçümü Biodex Denge Sistemi ve görsel reaksiyon zamanı ölçümleri MOART Lafayette Reaksiyon Ölçüm cihazı ile ölçülmüştür. Elde edilen ölçümler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Pearson Çarpımlar Moment Korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda; bacak kütlesi ile dinamik denge arasında orta düzeyde ($r=0.654$, $p<0,05$), bacak kütlesi ile ayak hacmi ($r=0.913$, $p<0,01$) ve ayak kütlesi ($r=0.917$, $p<0,01$) arasında yüksek düzeyde ilişki bulunurken; bacak hacmi ile ayak hacmi ($r=0.800$, $p<0,01$) ve ayak kütlesi ($r=0.644$, $p<0,05$) arasında ilişki tespit edilmiştir. Sonuç olarak; çalışmadaki bulgular 3. Ligde oynayan bayan voleybolcuların bacak hacmi ve bacak kütlesinin ayak kütlesi ve ayak hacmi ile yüksek düzeyde ilişki gösterdiği, dinamik

¹ Assoc. Prof., Niğde University, School of Physical Education and Sports, serkanibis@nigde.edu.tr

² Assoc. Prof., Niğde University, School of Physical Education and Sports, ruchaniri@nigde.edu.tr

³ Research Assistant., Niğde University, School of Physical Education and Sports, zaitburak@hotmail.com.tr

mass and foot volume-mass, and there is a relationship between dynamic balance and leg mass of the third league female volleyball players.

Keywords: Volleyball players; Leg volume; Leg mass; Balance; Reaction time

denge ve bacak hacmi ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Voleybolcular; Bacak hacmi; Bacak kütlesi; Denge; Reaksiyon zamanı

[\(Extended English abstract is at the end of this document\)](#)

Giriş

Voleybol, sıçrama, ani yön değiştirme, aldatma, durma, ani hareketler, algılama, tepki, yüksek seviyede denge ve sprint hareketleri içermektedir. Voleybol dinamik bir oyun olduğundan üst düzey verimlilik için reaksiyon zamanı, kuvvet, sürat, dayanıklılık, konsantrasyon, el- göz koordinasyonu, denge ve fiziksel uygunluk olması gereken önemli motorik özelliklerdir (İpek ve Ziyagil, 2002; Şimşek ve ark, 2007; Sayers, 2000; Ergül, 1995). Ayrıca bu spor branşında sıçrama yeteneği son derece önemlidir. Sıçrama alt ekstremitte fleksör ve ekstansör kasların kuvveti ile yakın ilişkilidir (Şimşek ve ark, 2007).

Bacak hacmi, bacak kas hacmi ve yağsız bacak hacminde meydana gelen artışa bağlı olarak performans ve kuvvet değerlerinde bir artış olduğunu literatürde belirtilmektedir. Kas dengesi bir kas veya kas grubuyla bunu karşılayan, ters yönde hareket sağlayan kas veya kas grubuyla ilişkilidir (Nasher, 1982). Bu ilişkinin bozulması eklem bütünlüğünü, kas ve iskelet sistemini zarara uğratabilir. Araştırmacılar tarafından yapılan bu çalışmalar bacak bölgesini oluşturan kasların hacmi, kütlesi ve kesit alanının, kasın meydana getirdiği kuvvet ve gücü etkilediğini göstermektedir (Öskan ve Sarol, 2008).

Voleybolda oyuncuların sahada başarılı olmaları için, oyunculara güç kazandırmak ve bu gücü korumanın yanında uygun bir mekanikte vücut kontrolünün de sağlanması yani denge kontrolünün iyi olması gerekmektedir (Sayers, 2000). Denge, görsel, işitsel ve sinirsel duylardan sürekli alınan geri bildirimlerle ağırlık merkezinin konumunun korunmasını içeren sinir-kas sisteminin koordineli çalışma süreci şeklinde tanımlanır (Hysomallis, 2011; Ünlüsoy ve ark, 2011). Denge, oturma, ayakta durma ve yürüme gibi birçok günlük aktivitenin ve sportif motor becerilerin temel bileşenidir (Al-Eisa, 2008). Statik denge, çok az hareketli durumlarda ağırlık merkezinin konumunu korumayı içeren beceridir. Dinamik denge ise bazı hareketlerde veya sabit olmayan yüzeylerde denge sağlanması ya da sürdürülmesi olarak düşünülebilir (Hysomallis, 2011). Denge özelliği yaş, cinsiyet, antropometrik yapı ve destek noktaları ile ilişkilidir (Ünlüsoy ve ark, 2011; Blaszczuk ve ark, 2009).

Voleybolda özellikle defans esnasında bloktan seken topların çıkarılması, yüksek bloğun arkasına bırakılan plase topların kurtarılması, bloktaki oyuncu yada oyuncuların bu alanı kapatmak için hızlı bir şekilde hareket etmeleri reaksiyon zamanı ve hareket zamanının çok iyi ayarlanması ile gerçekleşir (Büyükipekci, 2010). Bu durumlarda çabuk karar verebilme ile uyarana hızlı ve doğru tepki verme voleybolda başarıyı önemli şekilde etkileyen faktörlerin temelini oluşturmaktadır. Reaksiyon zamanı, uyarının başlama zamanı ile tepkinin başladığı zaman aralığında geçen süre olarak tanımlanabilir (Tamer, 2000). Reaksiyon zamanı spor branşlarında ki farklılıklara göre değişiklik göstermektedir. Aktif sporcuların sedanter olan sporculara göre daha güçlü reaksiyon zamanına sahip oldukları görülmüştür. Bu durum egzersizin uyarılmayı artırarak reaksiyon zamanını hızlandırması ile ilişkilidir (Davranche ve ark, 2006; Moka ve ark, 1992).

Bu çalışmada, 3. Ligde oynayan bayan voleybolcuların bacak hacimleri ve kütleleri ile denge, reaksiyon zamanı, ayak hacim ayak kütleleri arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Materyal ve Metod

Çalışmaya 3. ligde voleybol oynayan toplam 20 gönüllü bayan katılmıştır. Çalışmaya katılan bayan voleybolcuların yaş ortalamaları $23,20 \pm 3,42$ yıl, boy ortalamaları $176,30 \pm 7,78$ cm, ağırlık ortalamaları $65.11 \pm 8,22$ kg'dır. Çalışmaya katılan bayan voleybolculara yapılan çalışma ile ilgili bilgiler açıklanmış olup; çalışmayla ilgili kendilerinden bilgilendirme ve izin formu alınmıştır. Çalışmaya katılan bayan voleybolcuların; boy ölçümü standart çelik stadiometre kullanılarak, yalın ayak 0.1 cm hassasiyetle, ağırlık ölçümü yalınayak ve üzerinde hiçbir metal bulunmayacak şekilde Tanita BC-418 Segmental Vücut Analizi Sistemi (Tanita Corporation, Tokyo, Japan) ile ölçülmüştür. Çalışmaya katılan 20 bayan voleybolcunun tamamının denge ve reaksiyon zamanı ölçümleri alınmıştır. Ancak ölçümlere katılımda gönüllük esas alındığından bacak hacim ve bacak kütlesi ölçümleri için sadece 11 bayan voleybolcu izin vermiştir.

Denge Ölçümü

Çalışmada denge ölçümü için Biodex Denge Sistemi (Biodex, Inc, Shirley, New York) kullanılmıştır. Biodex denge cihazı; katılımcının sabit durmasının yanı sıra öne-arkaya ve yanlara hareket etmesine olanak sağlayan oynar platformdan oluşmaktadır. Alınan denge indeksleri içinde OA indeks denge becerisi için en iyi gösterge olarak kabul edilmektedir. OA indeks değerinin yüksek olması denge kaybının fazla olduğunu göstermektedir. "0 derece" olan denge skorları, olası maksimum dengeyi gösterir. Platform 0-12 arası hareketlilik derecesine sahiptir. 12; en sabit platform iken, 0; en hareketli platformu oluşturur. Bu çalışmada statik denge ve 4. seviye dinamik denge testi kullanılmıştır. Testler çift ayak ve ayakta düz pozisyonda uygulanmıştır. Çift ayak denge testleri, süresi 30 saniye ve dinlenme araları 10 saniye olacak şekilde 3 tekrar yapılmıştır. Testler

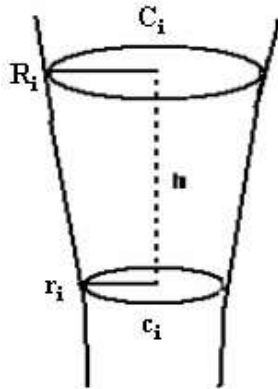
öncesi sporcuların statik ve dinamik denge testlerine uyum sağlamaları ve tanımları için 10'ar sn'den oluşan birer tekrar deneme yaptırılmıştır. Katılımcılardan test süresi boyunca hareket etmemeleri ve konuşmamaları istenilmiştir. Dengesini kaybeden katılımcıların testi yeniden başlatılmıştır.

Reaksiyon Zamanı Ölçümü

Bayan voleybolcuların görsel reaksiyon zamanı ölçümleri MOART Lafayette Reaksiyon Ölçüm cihazı ile basit reaksiyon testi uygulanmıştır. Basit reaksiyon zamanı testinde deneklere birbiri arasında eşit zaman aralıkları olmadan karmaşık olarak gönderilen ışık uyarılarına cihazın alt panelinde bulunan tuşa, dominant elin işaret parmağı ile basması istenerek ölçülmüştür. Testten önce 3 tekrarlı alıştırma testi uygulanmıştır. Deneklerin görsel basit reaksiyon zaman ölçümü ard arda olmak üzere olmak üzere 5 defa yapılmıştır. En iyi ve en kötü değerler dışarıda bırakılarak kalan üç (3) değerın aritmetik ortalaması basit reaksiyon süresi olarak kaydedilmiştir. Reaksiyon zamanını etkileyen değişkenler göz önünde bulundurularak, tüm denekler için ölçümlerin, öğleden sonra 14:00–16:00 arasında yapılmasına, deneklerin uykusuz, yorgun, gergin, stresli olmamalarına ve testin uygulandığı ortamın sesiz ve normal ışıklandırılmalı olmasına özen gösterilmiştir.

Bacak Hacminin Hesaplanması

Hacim ölçümlerine uyuk, baldır ve ayak tabii tutulmuştur. Uyluk için tibial nokta ile inguinal katlantı arasındaki uzaklık, baldır için, tibial nokta ile medial malleolus noktası arasındaki uzaklık, ayak için ise medial malleolus ile tüm ayak belirlendikten sonra ölçümler Frustum model yönteminin tanımladığı gibi yapılmıştır. Uyluk hacmi tibial nokta ile inguinal katlantı arasındaki ve baldır hacmi tibial nokta ile medial malleolus arasındaki uzaklık %10 aralıklarla ölçüldükten sonra Frustum işaret model yönteminin tanımladığı gibi önce %10'luk aralıklarla alınan parçaların hacimleri hesaplanmış (Formül 1) daha sonra tüm parçaların hacimleri toplanarak uyluk (Formül 2) ve baldırın (Formül 3) toplam hacmi hesaplanmıştır (Sukul ve ark, 1993; Öskan ve Kin-İşler, 2010).



$$R_i = \frac{C_i}{2\pi}, \quad r_i = \frac{c_i}{2\pi} \quad (1)$$

$$V_u = \sum_{i=1}^{10} \frac{\pi}{3} h (R_i^2 + R_i r_i + r_i^2) \quad (2)$$

$$V_b = \sum_{i=1}^{10} \frac{\pi}{3} h (R_i^2 + R_i r_i + r_i^2) \quad (3)$$

V_u =Uyluk Hacmi

V_b =Baldır Hacmi

R_i =%10'luk parçanın geniş kısmının yarı çapı

r_i =%10'luk parçanın dar kısmının yarı çapı

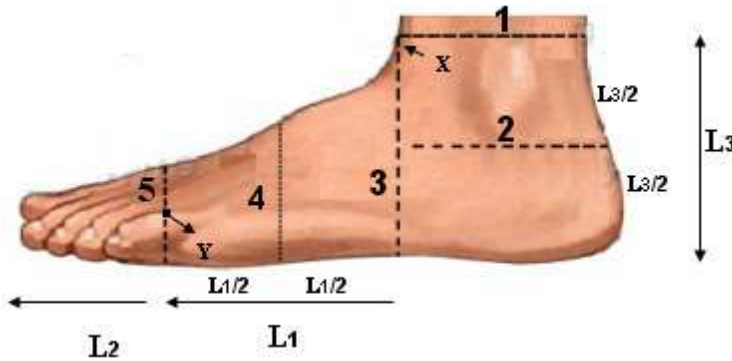
C_i =%10'luk parçanın geniş kısmının çapı

c_i =%10'luk parçanın dar kısmının çapı

h =%10'luk parçanın geniş kısmı ile dar kısmı arasındaki mesafe

Ayak Hacminin Hesaplanması

Her kısımdaki enine kesit alanının (S_i) eliptik alan hesabı formül 4 ile hesaplanırken ardışık kısımlarda sınırlanmış bölgeler içeren hacimler ise frustum modeli kullanılarak hesaplanmıştır. Ayak hacmi hesaplanırken h_i , $i+1$ mesafesi arka arkaya gelen kısımların arasındaki mesafe; (Formül 5) 1 nolu çizgiden ayak tabanının altına kadar yükseklik (h) değeri ayaktan ayağa değişen $L_3/2$ 'dir. 3. kısımdan 4. kısıma kadar h değeri ise ayaktan ayağa değişen $L_1/2$ 'dir. 5. kısmın hacmi eliptik parabolik formül 6 ile hesaplanırken, toplam ayak hacmi ise tüm kısımların hacimleri toplanarak hesaplanmıştır (Formül 6) (Mayrovitz ve ark, 2005; Öskan ve Kin-İşler, 2010).



$$S_i = \prod W_i D_i / 4 \quad (4)$$

$$V_i = (h_{i,i+1}/3) \{S_i + S_{i+1} + (S_i S_{i+1})^{1/2}\} \quad (5)$$

$$V_5 = \prod L_2 W_5 D_5 / 8 \quad (6)$$

S_i = Enine kesit alanı

W_i = Maksimum genişlik

D_i = Maksimum derinlik

V_i = Hacim

hi= Yükseklik

V5=Toplam ayak hacmi

Ayak hacmi ayak tabanı ile medial malleolus noktası arasındaki gerekli çizimler yapılarak tanımlandığı gibi yukarıda ifade edildiği şekilde parçaların hacimleri hesaplanmış daha sonra tüm parçaların hacimleri toplanmış ve ayağın toplam hacmi hesaplanmıştır (Formül 7).

$$V_a = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 \quad (7)$$

V_a= Ayak hacmi

V₁= Birinci bölge hacmi

V₂= İkinci bölge hacmi

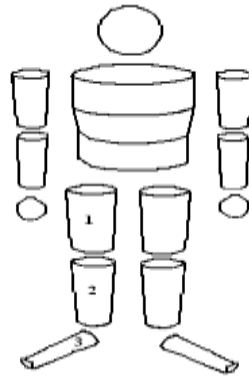
V₃= Üçüncü bölge hacmi

V₄= Dördüncü bölge hacmi

V₅= Beşinci bölge hacmi

Bacak Kütesinin Hesaplanması

Kütle ölçümlerine uyluk, baldır ve ayak tabi tutulmuştur. Uyluk için tibial nokta ile inguinal katlantı arasındaki uzaklık, baldır için, tibial nokta ile medial malleolus noktası arasındaki uzaklık, ayak için ise medial malleolus ile tüm ayak belirlendikten sonra ölçümler Hanavan model yönteminin tanımladığı gibi yapılmıştır (Know, 1998; Öskan ve Kin-İşler2010).



Şekil.1. Hanavan Model Yöntemi

$$= 0,074V_A + 0,138U_Ç - 4,641 \quad (8)$$

m = uyluk kütle

V_A= Vücut ağırlığı

U_Ç= Uyluğun en geniş çevre ölçümü verdiği yer

$$m = 0,135B_Ç - 1,318 \quad (9)$$

m = baldır kütle

BC = Baldırın en geniş çevre ölçümü verdiği yer

$$m = 0,003VA + 0,048ABC + 0,027 AU - 0,869 \quad (10)$$

m = ayak kütle

VA= Vücut ağırlığı

ABC= Ayak bileği çevresi

AU= Ayak uzunluğu

Verilerin İstatiksel Analizi

Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistik ile bayan voleybolcuların, bacak hacmi, bacak kütlesi, dinamik-statik denge, reaksiyon zamanı ve ayak hacimi-kütlesi arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Pearson Çarpımlar Moment Korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Analizde Windows için SPSS 16.0 paket programı kullanılmış ve anlamlılık düzeyi 0,001 ve 0,005 olarak belirlenmiştir.

Bulgular

Tablo 1; Bayan voleybolcuların tanımlayıcı istatistik bilgileri.

| Değişkenler | N | Minimum | Maximum | AO±Sd |
|---------------------|----|---------|---------|---------------|
| Yaş (yıl) | 20 | 16,00 | 31,00 | 23,20±3,42 |
| Boy (cm) | 20 | 160,00 | 189,00 | 176,30±7,87 |
| Vücut ağırlığı (kg) | 20 | 49,90 | 78,70 | 65,11±8,22 |
| Reaksiyon Zamanı | 20 | 245 | 528 | 342,74±72,50 |
| Dinamik Denge | 20 | 0,90 | 2,20 | 1,41±0,37 |
| Statik Denge | 20 | 0,10 | 1,20 | 0,40±0,25 |
| Bacak Kütle | 11 | 10,09 | 15,17 | 12,886±1,42 |
| Bacak Hacim | 11 | 9048 | 16151 | 12698±2117,48 |
| Ayak Hacim | 11 | 496,41 | 790,13 | 653,18±90,88 |
| Ayak Kütle | 11 | 0,86 | 1,14 | 0,98±0,88 |

Tablo 2; Bayan voleybolcuların bacak kütlesi, bacak hacmi ile statik-dinamik denge, reaksiyon zamanı, ayak hacmi ve kütleleri korelasyon tablosu

| Değişkenler | | Statik Denge | Dinamik denge | Reaksiyon Zamanı | Ayak Hacmi | Ayak Kütlesi |
|----------------------|---|--------------|---------------|------------------|------------|--------------|
| Bacak Kütlesi | r | -0.449 | 0.654* | -0.357 | 0.913** | 0.917** |
| | p | 0,166 | 0.029 | 0.312 | 0.000 | 0.000 |
| | n | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Bacak Hacmi | r | -0,514 | 0.360 | -0.508 | 0.800** | 0.644* |
| | p | 0,106 | 0.276 | 0.134 | 0.003 | 0.032 |
| | n | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |

** Anlamlılık düzeyi ($p < 0,001$), * Anlamlılık düzeyi ($p < 0,005$)

Tablo 2'ye bakıldığında bacak kütlesi ile dinamik denge arasında anlamlı fark bulundu. Bacak kütlesi ile ayak hacmi ve ayak kütlesi arasında anlamlı ilişki vardı. Ayrıca, bacak hacmi ile ayak hacmi ve ayak kütlesi arasında anlamlı ilişki bulundu.

Tartışma

Voleybol branşında yüksek performans için, optimal sıçrama yeteneği, reaksiyon zamanı, kuvvet, dayanıklılık ve esnekliğin yanında üst düzey bir denge becerisine ihtiyaç duyulur. Voleybolda özellikle sporcuların sıçradıktan sonra tekrar yere iniş aşamalarında dengelerini koruyabilmeleri oyunun devamlılığı, kalitesi ve sporcunun sağlığı açısından oldukça önemlidir (İmamoğlu, 1997). Dengenin sağlanmasında kas kuvveti önemli bir yer tutmaktadır (Liman, 2008). Kasın maksimum kuvvet üretebilme yeteneğinin kasın enine-kesit alanı ile ilgili olduğu belirtilmiştir (Wickiewicz ve ark 1984; Bruce ve ark, 1997).

Yapılan çalışmada bacak kütlesi ile dinamik denge arasında anlamlı fark tespit edilmiştir. Bacak kütlesi yüksek olan sporcuların dinamik dengelerinin daha iyi olması kas kuvvetinin artmasıyla intermusküler ve intramusküler koordinasyonun artmasına bağlı olarak fleksör ve ekstansör kasların sinerjist ve antagonist bir şekilde çalışma kapasitesinin yükselmesi ile açıklanabilir (Liman, 2008).

Mayson ve ark (2008), Campbell ve ark (1989) yaşlılar üzerinde yapmış oldukları çalışmalarda diz ekstansör ve fleksör kas kuvvetlerinin düşmesinin denge beceri seviyelerinde de düşmeye neden olduğunu söylemiştir (Mayson ve ark, 2008; Campbell ve ark, 1989). Mohammadi ve ark'nın (2012) genç erkek atletler üzerinde yaptığı çalışmada 6 haftalık bacak kaslarına yönelik olarak yapılan kuvvet antrenmanları sonucunda bacak kuvvetinin artması ile dinamik ve statik dengede düzelmeler meydana geldiğini bulmuşlardır (Mohammadi ve ark, 2012). Paterno ve ark'nın (2004) genç erkek atletlerde, Perrin ve ark'nın yaşlılarda, Young ve ark'nın genç erkekler üzerinde yaptıkları çalışmalarda kuvvet egzersizlerinin sonucunda artan kuvvetin, statik ve dinamik dengeyi

artırdığını söylemişlerdir (Paterno ve Myer, 2004; Perrin ve ark, 1999; Young ve ark, 2010). Young ve arkadaşları bu durumu kas kuvvetinin artmasıyla alt ekstremitte kaslarında meydana gelen motor ünite kasılma hızının ve kas koordinasyonunun artması ile ilişkili olduğunu belirtmiştir (Young ve ark, 2010). Siriphorn ve Chamonchant (2015) 16 genç halterci üzerinde yaptıkları çalışmada 8 haftalık Wii denge egzersizi sonucunda alt ekstremitte kaslarında kuvvetin arttığı ayrıca denge becerisinde de gelişim meydana geldiğini söylemiştir. Dengede meydana gelen bu gelişim denge egzersizlerinin yanında alt ekstremitte kaslarında meydana gelen kuvvet artışı ile ilişkili olabilir (Siriphorn ve Chamonchant, 2015). Moraru ve ark 10-12 yaşları arasındaki 31 çocuk üzerinde yapmış olduğu çalışmada düzenli olarak yapan çocukların egzersiz yapmayan çocuklara göre kuvvet ve denge becerilerinin daha yüksek olduğunu ayrıca egzersizin kuvvet ve denge becerilerinde artış meydana getirdiğini söylemiştir (Moraru ve ark, 2013). Atay ve Başaran (2015) hamile kadınlar üzerinde yapmış oldukları çalışmada hamileliğin ileri aylarında kuvvetin azalmasının denge becerisini olumsuz etkilediğini ve düşme eğilimini artırdığını söylemişlerdir (Atay ve Başaran, 2015). Muehlbauer ve ark (2015) farklı yaş kategorilerindeki sağlıklı kişiler üzerinde yapmış oldukları çalışmada denge ile alt ekstremitte kas kuvveti arasında anlamlı bir ilişki olduğunu söylemişlerdir (Muehlbauer ve ark, 2015).

Golmaghani'nin (2009) yılında yaptığı çalışmada hentbolcuların dengelerinin voleybolculardan daha iyi olduğu söylemiştir (Golmaghani, 2009). Farklı tip spor branşlarında sporcuların seviyeleri ve spor yaşları denge yetenekleriyle yakından ilişkili olduğunu belirtmiştir (Paillard ve Noe, 2006; Paillard ve ark, 2006). Paillard ve Noe'nin (2006) yapmış oldukları çalışmada futbol ve basketbol oyuncularının elit sporcu olmalarından ve spor yaşlarının uzun olmasından dolayı denge yeteneklerinin iyi olduğu söylemişlerdir (Paillard ve Noe, 2006). Erkmen ve ark (2007) yaptıkları araştırmada spor branşları dikkate alınarak denge testleri ortalama değerleri incelendiğinde en iyi performansın cimnastikçilerde ve ardından futbolcularda görüldüğü anlaşılmaktadır. En düşük denge performansı ise basketbolcularda görülmüştür (Erkmen ve ark, 2007).

Araştırma sonuçları ile literatür taraması göz önüne alındığında yağsız bacak kütlelerinin artışının kuvveti olumlu etkilediği, kuvvet artışının da denge performansını artırdığı söylenebilir.

Yapılan çalışmada bacak hacmi ve bacak kütlesi ile reaksiyon zamanı arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır. Çalışmamızdaki voleybolcuların reaksiyon zamanı ortalamaları $342,74 \pm 72,50$ olarak bulunmuştur. Akarsu (2008) farklı branşlarda ki sporcular üzerinde yapmış olduğu çalışmada bayan voleybolcuların sağ el reaksiyon zamanı ortalamalarını 405,96, sol el reaksiyon zamanını ortalamalarını ise 394,10 olarak bulmuştur (Akarsu, 2008). Duvarın (2009) eskrimciler üzerinde yapmış olduğu çalışmada bayan eskrimcilerin reaksiyon zamanı ortalamalarını

204,11 olarak bulmuştur (Duvan, 2009). Öztaşyonar (2008) çalışmasında sedanter bayanların sağ el reaksiyon zamanı ortalaması 291,92, sol el reaksiyon zamanı ortalaması 304,28, sporcu bayanların sağ el reaksiyon zamanı ortalaması 287,63, sol el reaksiyon zamanı ortalaması 294,82 olarak bulmuştur (Öztaşyonar, 2008). Çalışmamıza katılan voleybolcuların reaksiyon zamanı ortalamaları, literatürdeki çalışmalarla yaklaşık değerler taşımaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak; bacak hacim ve kütlelerinin artmasının kuvvet değerlerini olumlu etkilediği, üst düzey dengenin sağlanmasında kuvvetin önemli rol oynadığı ve bu bilgiler ışığında bacak hacim ve bacak kütlelerinin artmasının dengede iyileşme meydana getirebileceği söylenebilir.

Litaratür incelendiğinde denge, reaksiyon zamanı, bacak hacim ve bacak kütlesi ile ilgili çalışmalar mevcut olup bacak hacim ve bacak kütlesi ile denge ve reaksiyon zamanının karşılaştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu bakımdan bu çalışma konu ile ilgili literatürde bir ilki oluşturmakta ve daha sonra yapılacak olan çalışmalara yön vermesi bakımından önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Akarsu, S. (2008). Sedanter ve çeşitli branşlardaki sporcu adölesan ve yetişkinlerde reaksiyon zamanı, kuvvet ve esneklik arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Erzurum.
- Al-Eisa, E. (2008). Balance, equilibrium and stability. Kinesiology Lecture 9, <http://fac.ksu.edu.sa/ealeisa/pages/rhs341>. (08.03.2015).
- Atay, E., Başalan, F. (2015). Investigation of the effect of changes in muscle strength in gestational age upon fear of falling and quality of life. *Türk J Med Sci*, 45(4), 977-983.
- Blaszczyk, J.W., Cieslinska-Swider, J., Plewa, M., Zahorska-Markiewicz, B., ve Markiewicz, A. (2009). Effects of excessive body weight on postural control. *J Biomechanics*, 42, 1295–1300.
- Bruce, S.A., Phillips, S.K. ve Woledge, R.C. (1997). Interpreting there lation between force and cross sectionalarea in human muscle. *Med Sci Sport Exerc*, 29(5), 677-683.
- Büyükipekci, S. (2010) Bayan voleybolcularda reaksiyon zamanı, çeviklik ve anaerobik performanstaki değişimlerin sezon süresince incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Campbell, A.J., Borrie, M.J. ve Spears, G.F. (1989). Risk factors for falls in a community based prospective study of people 70 years and older. *J Gerontol*, 44, 112-117.
- Davranche, K., Audiffren, M. ve Denjean, A.A. (2006). Distributional analysis of the effect of physical exercise on a choice reaction time task. *J Sport Sci*, 24(3), 323-330.
- Duvan, A. (2009). Elit eskrimcilerde yorgunluğun reaksiyon zamanı üzerine etkisi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Ankara.
- Ergül, F. (1995). Elit ve elit olmayan bayan voleybolcuların fiziksel ve fizyolojik profillerinin

- değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Ankara.
- Erkmen, N., Suveren, S., Göktepe, A.S. ve Yazıcıoğlu, K. (2007). Farklı branşlardaki sporcuların denge performanslarının karşılaştırılması. *Spormetre*, 3, 115-122
- Hrysomallis, C. (2011). Balance ability and athletic performance. *Sports Med*, (3)41, 221-232.
- Golmoghani, N. (2009). Kadın sporcularda propriosepsiyon ile denge arasındaki ilişki ve motor öğrenmenin propriosepsiyon duyusuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi.
- İmamoğlu, O., Kopuz, C., Tutkun, E. ve Dabak, Ş. (1997). Üniversiteli sporcularda antropometrik ölçümler ile branşlara uygunlukların değerlendirilmesi. İstanbul: Marmara Üniversitesi B.E.S.Y.O II. Spor Bilimleri Kongresi Bildiri Özetleri. 60.
- İpek, Z. ve Ziyagil M.A. (2002). Erkek ve bayan voleybolcuların fiziksel özellikleri ve fizyolojik kapasitelerinin sedanterlerle karşılaştırılması. *Atatürk Üni. Spor Bil Der*, 4(2), 12- 16.
- Kwon, Y.H.(1998). Modified Hanavan Model. <http://www.kwon3d.com/theory/bspeq/hanavan.html/>. (09.02.2006).
- Liman, Ö.N. (2008). Aerobik-step ve plates egzersizlerinin kuvvet, esneklik, anaerobik güç, denge ve güç kompozisyonuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Mayson, D.J., Kiely, D.K., LaRose. S.I. (2008). Leg strength or velocity of movement: which is more influential on the balance of mobility limited elders. *American J Phys Med Reh*, 87, 969–976.
- Mayrovitz, H.N., Sims, N., Litwin, B. ve Pfister, S. (2005). Foot volume estimates based on a geometrical gorithm in comparison to water displacement. *Lymphology*, 38, 20-27.
- Mohammadi, V., Alizadeh, M. ve Gaieni, A. (2012). The effects of six weeks strength exercises on static and dynamic balance of young male athletes. *Social Behavioral Sci*, 31,247 – 250.
- Moka, R.K., Aur, G. ve Sidhu L.S. (1992). Effect of training on the reaction time of Indian female hockey players. *J Sports Med Phyl Fitness*, 32, 428.
- Moraru, C., Neculaeş, M, Hodorcă, R.M. (2014) Comparative study on the balance ability insporty and unsporty children. *Social Behavioral Sci*, 116, 19–22
- Muehlbauer, T., Gollhofer, A., Granacher, U. (2015). Associations between measures of balance and lower-extremity muscle strength/power in healthy individuals across the lifespan: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. [Epub ahead of print]
- Nashner 1982 Shumvay 2001)
<https://books.google.com.tr/books?id=BJcL3enz3xMC&pg=PA203&lpg=PA20>
(04.02.2015).
- Öskan, A. ve Kin-İşler, A. (2010). Amerikan futbolcularında bacak hacmi, bacak kütlesi, anaerobik performans ve izokinetik kuvvet arasındaki ilişki. *Spormetre*, (1)8, 35-41
- Öskan, A. ve Sarol, H. (2008). Dağcılarda vücut kompozisyonu, bacak hacmi, bacak kütlesi, anaerobik performans ve bacak kuvveti arasındaki ilişki. *Spormetre*, (4)6, 175-181.
- Öztaşonar, Y. (2008). Sporcu ve sedanterlerde görsel zeka, reaksiyon zamanı ile akciğer hacim kapasiteleri ve oksijen kullanma kapasiteleri arasındaki ilişki. Doktora Tezi, Gazi üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Ankara.
- Paillard, T. ve Noe, F. (2006). Effect of expertise and visual contribution on postural control in soccer. *J Sci Med Sports*, 16,345-348.

- Paillard, T., Noe, F., Riviere, T., Marion, V., Montoya, R. ve Dupui, P. (2006). Postural performance and strategy in the unipedal stance of soccer players at different levels of competition. *J Athletic Training*, 41,172-176.
- Paterno, M.V. ve Myer G. (2004). Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *J Orthop Sports Phy Therapy*, 34(6),305-16.
- Perrin, P.P., Gauchard, G.C., Perrot, C. ve Jeande C. (1999) Effect of physical and sporting activities on balance control in elderly people. *British J Sports Med*, 33, 121-126. doi:10.1136.
- Sayers, M. (2000). Running techniques for field spot players. *Sports coach*. 26-27.
- Siriphorn, A. ve Chamonchant, D. (2015) Wii balance board exercise improves balance and lower limb muscle strength of overweight young adults. *J Phys Ther Sci*, 27, 41–46, 2015
- Sukul, D.M.K., Den Hoed, K.S., Johannes, E.J., Van Dolder, R. ve Benda, E. (1993). Direct and indirect methods for the quantification of leg volume: comparison between water displacement volumetry, disk model method and the frustum sign model method, using the correlation coefficient and the limits of agreement. *J Biomedical England*, 15, 477-480.
- Şimşek, B., Ertan, H., Göktepe, A.S. ve Yazıcıoğlu, K. (2007). Bayan voleybolcularda diz kas kuvvetinin sıçrama yüksekliğine etkisi. *Eğzersiz*, 1(1), 36-43.
- Tamer, K. (2000). Sporda Fiziksel, Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi. Ankara: Bağırğan Yayınevi.
- Ünlüsoy, D., Aydoğ, E., Tuncay, R., Eryüksel, R., Ünlüsoy, İ., ve Çakıcı, A. (2011). Postural balance in women with osteoporosis and effective factors. *Turkish J Osteoporosis*, 17, 37-43.
- Wickiewicz, T.L., Roy, R.R., Powell, P.L., Perrine, J.J. ve Edgerton, V.R. (1984). Muscle architecture and force-velocity relationship in humans. *J Applied Phy*, 57(2), 435-443.
- Young, M.D., Jordan, D. ve Metzl, M.A.Y. (2010). Strength training for the young athletes. *Med Pediatric Annals*, 39,5.

Extended English Abstract

Volleyball involves jumping, abrupt deflection, cheating, stopping, abrupt moves, perception, reaction, high balance and sprint moves. As the volleyball is a dynamic game, for high productivity motional qualities such as reaction time, strength, speed, endurance, concentration, hand-eye coordination, balance and physical properness are necessary.

In this study, it is aimed to investigate the relationship between leg volume - mass and balance, reaction time of the third league female volleyball players. 20 volunteer third league volleyball players, who are still active, are participated in this study. The average age of participant female volleyball players was determined as $23,20 \pm 3,42$ years, average height as $176,30 \pm 7,78$ cm, average weight as $65,11 \pm 8,22$ kg. The average of reaction time of participant athletes was found as $342,74 \pm 72,50$, average of dynamic balance as $1,41 \pm 0,37$, average of static balance as $0,40 \pm 0,25$, average of leg mass as $12,886 \pm 1,42$, average of leg volume as $12,698 \pm 2117,48$, average of foot volume as $653,18 \pm 90,88$, average of foot mass as $0,98 \pm 0,88$.

Height measure of participants female volleyball players was measured with barefoot to 0.1 cm precision by using standart steel stadiometer. Weight was measured barefoot and without metal stuff on participants, using the Segmental Body Analysis System Tanita BC-418 (Tanita Corporation, Tokyo, Japan). Despite taking 20 female volleyball players balance and reaction time measurements, leg volume and mass measurements could be applied to only 11 volleyball players.

In this study, Biodex Balance System (Biodex, Inc, Shirley, New York) were used for the balance measurements. Static balance and 4. Level dynamic balance tests were applied to the participants. Tests were performed as standing flat position on double feet for 30 seconds and 3 times. The best degrees were included in the study. For the adaptation of the athletes to static and dynamic balance tests, 10 second tests were applied for one time to the participants before the main tests.

In the study, for the visual reaction time measurements, MOART Lafayette Reaction Measuring Device was applied as a simple reaction test. During the simple reaction time test, it was requested that the subjects press with forefinger of the dominant hand to the button under the device, while sending complex lights without equal time intervals between each other and it was measured 5 times. Leaving out the best and worst values, the remaining three values was recorded as an arithmetic average of the value of simple reaction time.

Volume measurements were performed on thighs, calves and feet. After distance between point of tibia and inguinal fold for thighs, distance between point of tibia for calves and point of medial malleolus for the whole feet measurements were determined, measurements were carried out as Frustum model method identifies.

Mass measurements were performed on thighs, calves and feet. After distance between point of tibia and inguinal fold for thighs, distance between point of tibia for calves and point of medial malleolus for the whole feet measurements were determined, measurements were carried out as Hanavan model method identifies.

The obtained data were entered into SPSS 16.0 software package. In analyzing the data, Pearson Product Moment Correlation coefficient was used in order to determine the relationship between, leg volume, leg mass, dynamic-static balance, reaction time and foot volume-mass of female volleyball players. The level of significance was accepted as 0.001 and 0.005.

As a result of analysis of the obtained data; significant moderate correlation was found between the legs mass and dynamic balance ($r=0.654$, $p<0,05$). It was determined with a highly significant relationship between leg mass and foot volume ($r=0.913$, $p<0,01$) and foot mass ($r=0.917$, $p<0,01$). Also a significant relationship was found between leg volume and foot volume ($r=0.800$, $p<0,01$) and foot mass ($r=0.644$, $p<0,05$).

When the literature review and results are taken into consideration we can say; the increase of lean leg mass positively effects the power, and the increase of power enhance the balance performance. Also in the study, the participants' reaction time averages are similar to the average in the reaction time of the study on female volleyball players in literature.

Consequently; it can be said that there is a highly significant relationship between leg volume-mass and foot volume-mass, and there is a relationship between dynamic balance and leg mass of the third league female volleyball players.

In the literature; we can find studies about reaction time, leg volume-mass but we could not find studies comparing leg volume-mass and reaction time. In this regard it constitutes a first in the literature related with the subject and more it is important in terms of giving direction to the work to be done.